

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 2439961 C2

⑤① Int. Cl. 3:
H01 J 61/30
H 05 H 1/18
H 05 B 41/24

②① Aktenzeichen: P 24 39 9S1.9-33
②② Anmeldetag: 21. 8. 74
④③ Off nlegungstag: 3. 7. 75
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 9. 84

DE 2439961 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
22.08.73 US 390659

⑦③ Patentinhaber:
Fusion Systems Corp., Rockville, Md., US

⑦④ Vertreter:
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000
München; Schmitz, W., Dipl.-Phys.; Graalfs, E.,
Dipl.-Ing., 2000 Hamburg; Wehnert, W., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 8000 München

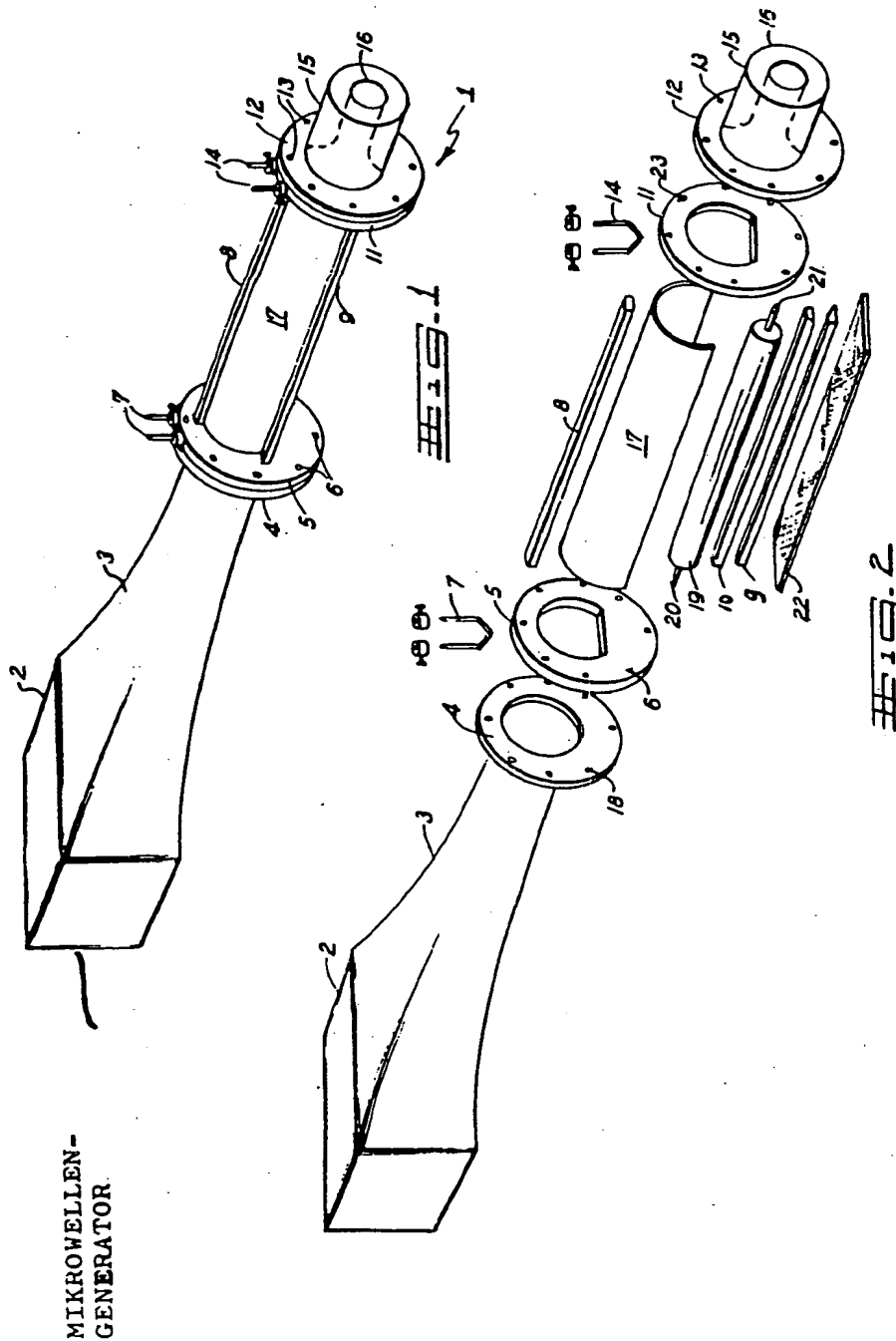
⑦② Erfinder:
Spero, Donald Maurie, Bethesda, Md., US; Eastlund,
Bernard John, Olney, Md., US; Ury, Michael Gerson,
Bethesda, Md., US

⑤⑤ Im Prüfungs erfahrung entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

FR	20 60 178
US	36 41 389
US	36 09 448
US	35 77 207
US	35 41 372

⑤④ Plasmalichtquelle

DE 2439961 C2



Patentansprüche:

1. Plasmalichtquelle mit einer gekrümmten Wand enthaltenden Mikrowellenkammer, in die Mikrowellen geleitet werden, und einer Lampe, die ein durch die Mikrowellen anregbares Plasma bildendes Medium enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die Lampe (19, 53, 72, 85, 100, 103) in der Mikrowellenkammer angeordnet ist, die gekrümmte Wand der Mikrowellenkammer als Reflektor (17, 40, 49, 52, 70, 82, 101, 107) für das von der Lampe emittierte Licht geformt ist und die Mikrowellenkammer durch ein maschenförmiges für Mikrowellen undurchlässiges Element (22, 42, 45, 51, 57, 71, 83, 102) abgeschlossen ist, durch das das emittierte Licht austritt.

2. Plasmalichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrowellenkammer von willkürlicher Länge ist und von einem länglichen Reflektor und einem ebenen netzartigen Element gebildet ist und eine längliche Lampe in Längsrichtung der Mikrowellenkammer angeordnet ist.

3. Plasmalichtquellen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrowellen über Schlitzstrahlantennen (75, 76, 91, 91') im Reflektor (70, 82) in die Mikrowellenkammer eingeleitet werden.

4. Plasmalichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor im Schnitt elliptisch ist.

5. Plasmalichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor ein Paraboloid ist.

6. Plasmalichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mikrowellengenerator über einen Wellenleiter an die Mikrowellenkammer angeschlossen ist.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Plasmalichtquelle mit einer gekrümmten Wand enthaltenden Mikrowellenkammer, in die die Mikrowellen geleitet werden, und einer Lampe, die ein durch die Mikrowellen anregbares Plasma bildendes Medium enthält.

Eine derartige Plasmalichtquelle ist bekannt (US-PS 35 41 372). Sie ist für Laboratoriumszwecke gedacht und geeignet, insbesondere für Vakuummonochromatoren oder Massenspektrometer. Sie verwendet einen Hohlraumresonator und erzeugt einen blitzartigen schmalen Strahl, der für industrielle Anwendungen nicht geeignet ist.

Es ist ferner eine Plasmalichtquelle bekannt geworden, bei der der Plasmaraum rechtwinklig zu einem Hohlraumresonator angeordnet ist (US-PS 36 41 389). Die Mikrowellenenergie wird über eine Koaxialleitung an der Oberseite der Vorrichtung eingeführt. Auch diese bekannte Plasmalichtquelle ist für industrielle Zwecke nicht geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Plasmalichtquelle zu schaffen, welche aus wenigen Einzelteilen in kompakter Form aufgebaut und vor allem für industrielle Zwecke geeignet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Lampe in der Mikrowellenkammer angeordnet ist, die gekrümmte Wand der Mikrowellenkammer als Reflektor für das von der Lampe emittierte Licht ge-

formt ist und die Mikrowellenkammer durch ein maschenförmiges für Mikrowellen undurchlässiges Element abgeschlossen ist, durch das das emittierte Licht austritt.

Bei der erfindungsgemäßen Plasmalichtquelle ist ein Wandabschnitt der Mikrowellenkammer als Reflektor ausgebildet und ein anderer Wandabschnitt als Fenster für das reflektierte Licht. Die in die Kammer eingeleiteten Mikrowellen bleiben darin gefangen, während das in der Lampe durch Anregung erzeugte Licht über das maschenförmige Element austreten kann. Eine besondere Optik ist nicht erforderlich. Mithin besteht die erfindungsgemäße Plasmalichtquelle aus außerordentlich wenigen Einzelteilen und ist zudem sehr kompakt aufgebaut.

Der Reflektor kann in seiner Form entsprechend der gewünschten Einsatzart angepaßt werden.

Die erfindungsgemäße Plasmalichtquelle ist insbesondere für Industierzwecke geeignet. Ein Einsatzbeispiel ist etwa das Aushärten von Kunststoffbeschichtungen, z. B. auf Konservendosen. Sie kann auch zum Aushärten von Farben oder Tinten verwendet werden. Eine dritte Einsatzmöglichkeit ist bei der industriellen Synthese von bestimmten Chemikalien mittels fotochemischer Reaktion gegeben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt perspektivisch eine Ausführungsform einer Plasmalichtquelle nach der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine Explosionsdarstellung der Plasmalichtquelle nach Fig. 1.

Fig. 3 zeigt in Seitenansicht, teilweise im Schnitt die Plasmalichtquelle nach Fig. 1.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch die Darstellung nach Fig. 3 entlang der Linie A-A.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der Plasmalichtquelle nach Fig. 1.

Fig. 6 bis 10 zeigen verschiedene Ausführungsformen einer Mikrowellenkammer.

Fig. 11 und 12 zeigen eine End- bzw. Seitenansicht einer Mikrowellenkammer einschließlich Anbringung der Lampe.

Fig. 13 zeigt eine Plasmalichtquelle nach der Erfindung mit einem Mikrowellengenerator.

Fig. 14 zeigt eine Ansicht der Plasmalichtquelle nach Fig. 13 entlang der Linie 14-14.

Fig. 15 zeigt eine Stirnansicht einer anderen Ausführungsform einer Plasmalichtquelle nach der Erfindung.

Fig. 16 zeigt eine Seitenansicht der Darstellung nach Fig. 15 entlang der Linie 16-16.

Fig. 17 zeigt eine andere Ausführungsform einer Plasmalichtquelle nach der Erfindung.

Fig. 18 zeigt eine Seitenansicht der Darstellung nach Fig. 17 entlang der Linie 18-18.

Fig. 19 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Plasmalichtquelle.

Fig. 20 zeigt eine Seitenansicht, teilweise weggebrochen, der Darstellung nach Fig. 19.

Fig. 21 zeigt schematisch eine Modulanordnung von Lichtquellen nach der Erfindung.

Fig. 22 zeigt eine andere Modulanordnung von Lichtquellen nach der Erfindung.

Fig. 23 zeigt ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Plasmalichtquelle.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen eine Ausführungsform einer durch Mikrowellen erregten Plasmalichtquelle. Aus

Fig. 2 erkennt man, daß sie einen sich in Längsrichtung erstreckenden Reflektor 17 und ein maschenartiges Element 22 aufweist. Der Reflektor 17 hat einen ellipsenförmigen Querschnitt. Eine Mikrowellenkammer ist so aufgebaut, daß der Reflektor 17 am Bogen durch das Element 22 elektromagnetisch abgeschlossen ist, so daß auf diese Weise eine längliche Kammer gebildet ist, die undurchlässig ist für Mikrowellen. Der Reflektor 17 ist an seiner Innenfläche reflektierend poliert und das Element 22 ist lichtdurchlässig. Daher wird das von der Lampe 19, die innerhalb der Mikrowellenkammer angeordnet ist, emittierte Licht durch den Reflektor 17 reflektiert und durch das Gitter 22 der zu bestrahlenden Probe zugeleitet. Der Reflektor 17 kann aus Aluminiumblech hergestellt sein, das auf seiner Innenfläche poliert und eloxiert ist, um ein maximales Reflektionsvermögen für ultraviolette Strahlen zu erreichen. Es werden Maschenweiten bis zu 3,1 mm bei einem 2,79 mm Kupferdraht verwendet. Größere Maschenweiten können jedoch zu einem unerwünschten hohen »Mikrowellen-Leck« führen, so daß optimale Maschenweiten im Bereich von 0,6 bis 0,5 mm unter Verwendung von 0,025 mm Wolframdraht liegen. Mit diesen Werten wird eine ausgezeichnete Mikrowellenabschirmung und eine Durchlässigkeit von etwa 90% der Lampenstrahlung im Ultraviolett-, sichtbaren und Infrarot-Bereich erreicht. Das maschenförmige Element bringt darüber hinaus auch den Vorteil, daß unerwünschte Materialien, wie Tintentropfen oder Papierfragmente, die Lampe nicht treffen.

Wie in Fig. 4 gezeigt ist, kann das Element 22 etwas breiter als der Reflektor 17 ausgebildet sein, und beide können über herkömmliche Mittel, wie Löten oder Schweißen aneinandergeheftet sein. Bei der gezeigten Ausführungsform ist das Element 22 zur Erhöhung der Steifigkeit an seitlichen Trägerstangen 9 und 10 befestigt, und diese sowie eine Trägerstange 8 am oberen Ende sind mit ihren Enden an Flanschen 5 und 11 befestigt. Die Endflächen der Mikrowellenkammer sind so an den Flanschen 5 und 11 befestigt, daß sie das Entweichen von Mikrowellen verhindern.

Die Lampe 19 ist mit Montageansätzen 20 und 21 versehen, die, wie in den Fig. 3 und 4 zu erkennen ist, von Haltearmen 7 und 14 getragen werden. Die Haltearme 7 und 14 sind in vertikal verlaufende Schlitz (nicht gezeigt) in den Flanschen 5 und 11 eingesetzt und werden durch Kragen 24 und 26, die beispielsweise aus Justierschrauben bestehen können, in ihrer Position gehalten. Die Lampe 19 ist mit einer geeigneten Gas Mischung gefüllt. Die Lampe 19 und die Ansätze 20, 21 können aus Quarz hergestellt sein.

Der mit Bohrungen 23 versehene Flansch 11 ist an einem Endflansch 12 mittels Bolzen befestigt, die sich durch die Bohrungen 23 im Flansch 11 und Bohrungen 13 im Flansch 12 erstrecken. Auf dem Endflansch 12 ist ein Flansch 15 angeordnet, der das Ende der Mikrowellenkammer bildet. Der Flansch 15 besitzt in an sich bekannter Weise ein ausreichend großes Längendurchmesser-Verhältnis, um das Entweichen von Mikrowellen gering zu halten, und ist im Inneren konisch 16 ausgebildet, um auf diese Weise eine Feldstärken-erhöhung zu verhindern. Der Flansch 15 ist etwas über der Mitte des Flansches 12 montiert, so daß seine Achse mit der Achse der Lampe 19 zusammenfällt.

Es ist ein Mikrowellengenerator 2 vorgesehen, der ein Magnetron, Klystron oder ein anderer bekannter Mikrowellenerzeuger sein kann. Bei der beschriebenen Ausführungsform findet eine Frequenz von 2450 MHz

Verwendung, und am Generatorausgang wird eine Impulsfolge von 120 pro Sekunde abgegeben. Der Ausgang des Mikrowellengenerators 2 wird mit einem rechteckförmigen bis kreisförmigen S-Band-Wellenleiter 3 gekoppelt, der in einem Flansch 4 endet. Der Flansch 4 ist mittels Bolzen 25, die durch Bohrungen 18 und 6 in den Flanschen 4 und 5 geführt sind, am Flansch 5 der Lichtquelle befestigt. Um richtig aneinanderpassende Flansch zu erhalten, sind die Flansche 4 und 5 so angeordnet, daß der Krümmungsradius des oberen Teiles der Öffnung im Flansch 5 etwa der gleiche wie der Krümmungsradius des oberen Teiles der Öffnung im Flansch 4 ist und daß des weiteren die oberen Flächen dieser Öffnungen nahe aneinander geordnet sind, so daß ein glatter Übergang in die Mikrowellenkammer erreicht wird.

Wie in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, wird eine Probe 28 senkrecht zur Papierebene, beispielsweise durch Fördermittel 29, vorbeibewegt in Richtung Pfeil 34. Die Lichtquelle kann auf einem Rahmen oder auf einem Gestell montiert sein, beispielsweise über die Flansche 5 und 11. Wenn der Reflektor 17 einen ellipsenförmigen Querschnitt aufweist, wird die Lampe 19 am oder in der Nähe eines Brennpunktes der Ellipse angeordnet, während sich die zu bestrahlende Probe 28 am anderen Brennpunkt befindet. Die von der Lampe 19 emittierte Strahlung im Ultraviolett- und sichtbaren Bereich wird durch die reflektierende Innenfläche des Reflektors 17 nach unten durch das für ultraviolette Strahlen und sichtbares Licht durchlässige Element 22 auf die zu bestrahlende Probe 28 reflektiert.

Die Lampe 19 wird gezündet, indem die Mikrowellenenergie zugeführt wird. In einigen Fällen kann eine momentane Entladung einer Hochspannungs-Teslapule erforderlich sein, um mittels eines durch den Flansch 15 eingeführten Drahtes ein Durchschlagen zu initiieren. Um zu verhindern, daß über den Draht große Mikrowellenmengen aus der Kammer herausgeführt werden, kann ein Widerstand in Form eines Graphitstabes verwendet werden. Der Widerstand wird in die Kammer eingeführt, jedoch von den Kammerwandungen isoliert, so daß ein Ende sich nahe der Lampe befindet. Wenn der Impuls angelegt wird, leitet der Widerstand den Impuls hoher Spannung und niedriger Stromstärke an die Lampe weiter und verursacht das erforderliche Durchschlagen zu Zündzwecken. Danach erscheint der Widerstand für das Mikrowellenfeld als Isolator und verursacht auf diese Weise kein Strahlungslecken aus der Kammer.

Die Lampe heizt sich innerhalb von einigen Minuten nach der Zündung bis auf die Betriebstemperatur auf, die im Falle einer Quecksilberfüllung etwa 400°C beträgt. Wenn die Betriebstemperatur einmal erreicht ist und wenn die Mikrowellenleitung richtig justiert ist, fällt die reflektierte Mikrowellenenergie auf einen Minimalwert ab, und die Lampe 19 arbeitet stetig. Die Lampe 19 kann abgeschaltet und danach sofort wieder in Gang gesetzt werden, normalerweise mit Hilfe eines weiteren Hochspannungsfunkens, solange ihre Temperatur nicht so weit abfällt, daß das Quecksilber wieder kondensiert.

Während des Betriebes der Lampe 19 ist für den Endflansch 12, für den rechteckförmigen bis kreisförmigen Wellenleiter 3 und, wenn gewünscht, für den Reflektor 17 eine Wasserkühlung vorgesehen. Die Lampe 19 selbst kann luftgekühlt werden durch:

1. Einführung von Luft durch den Wellenleiter in die Mikrowellenkammer;

2. Einen direkten Luftstrom, der von unterhalb der Kammer nach oben durch das Element 22 auf die Lampe 19 bläst; und/oder
3. Ein Ansaugen am Flanschhals 15.

Zusätzlich zu oder anstelle der oben beschriebenen Luftkühlung kann der Reflektor 17, wie in Fig. 5 gezeigt ist, mit einem Kühlschlitz ausgestattet sein. Der Kühlschlitz erstreckt sich in Längsrichtung entlang der Kammer an deren oberem Ende. Luft 32 kann aus dem Schlitz herausgezogen oder in diesen hineingedrückt werden, so daß eine Luftströmung um die Lampe bewirkt wird, wie durch Pfeile angedeutet ist. Der Vorteil des Kühlschlitzes liegt darin, daß eine gleichmäßige Kühlung entlang der gesamten Lampenfläche erreicht wird. Hinzu kommt, daß dadurch schädliches Ozon, das während des Lampenbetriebes erzeugt wird, aus der Nähe der Lampe entfernt werden kann. Alternativ kann inertes Gas in die Mikrowellenkammer und aus dieser heraus auf die bestrahlte Probe 28 geblasen werden, was für einige Anwendungszwecke wünschenswert ist. Ein Drahtgitter 30 und/oder ein Drosselring 31 sind am Schlitz vorgesehen, um das Entweichen von Mikrowellen zu verhindern. Der Drosselring 31 sollte zu diesem Zweck ein ausreichend großes Höhen/Breiten-Verhältnis aufweisen.

Die Fig. 6 bis 10 sind schematische Darstellungen von geänderten Ausführungsformen, bei denen der Querschnitt der Lampe und des Reflektors verschiedene geometrische Konfigurationen besitzt. Während die Ausführungsform der Fig. 1 ein fokussiertes System zeigt, sind für Anwendungszwecke, bei denen hohe Dosierungen an ultravioletter Strahlung, jedoch keine örtliche hohe Energiedichte gefordert werden, die in den Fig. 6—8 gezeigten, nicht fokussierenden Systeme besser geeignet. Fig. 6 zeigt einen Reflektor 40 mit einem parabolischen Querschnitt, der eine Lampe 41 mit halbkreisförmigem Querschnitt umgibt. Die Mikrowellenkammer wird durch ein ebenes Element 42 vervollständigt, wobei die zu bestrahlende Probe unter dem Element 42 und parallel dazu vorbeigeführt wird.

In Fig. 7 ist sowohl ein Reflektor 43 als auch ein nischenförmiges Element 45 von halbkreisförmigem Querschnitt vorgesehen; sie bilden zusammen eine Mikrowellenkammer mit kreisförmigem Querschnitt. Die Lampe 44 besitzt ebenfalls einen kreisförmigen Querschnitt und weist einen Durchmesser auf, der nahezu dem Durchmesser der Kammer gleicht. Bei der Ausführungsform der Fig. 7 wird die zu bestrahlende Probe unterhalb des Elements 45 vorbeigeführt.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, bei der eine Lampe 47 von ringförmigem Querschnitt und ein Reflektor 46 mit kreisförmigem Querschnitt Anwendung finden. Bei dieser Ausführungsform wird die zu bestrahlende Probe in dem ausgeschnittenen Teil 48 der ringförmigen Lampe vorbeigeführt.

Bei dieser Ausführungsform kann es wünschenswert sein, ein inneres zylindrisches Element innerhalb der inneren Lampenwand und konzentrisch dazu vorzusehen, um zu verhindern, daß sich die elektrischen Eigenschaften des behandelnden Materials auf den Lampenbetrieb auswirken.

In den Fig. 9 und 10 ist eine Ausführungsform zur Erzeugung eines parallelen Strahls gezeigt. Eine parabolische punktförmige Lampe 50, die in der Seitenansicht in Fig. 9 und in der Endansicht in Fig. 10 gezeigt ist, ist innerhalb eines Reflektors 49 angeordnet, der als Innen- und Außenflächen parabolische Rotationsflä-

chen aufweist und der mit dem Element 51 abgeschlossen ist. Das von der Lampe 50 emittierte Licht wird vom Reflektor 49 parallel reflektiert und durch das Element 51 geleitet.

Eine Montagemöglichkeit für Lampen ist in den Fig. 11 und 12 gezeigt. Die Lampe 53 ist mit Ansätzen 54 versehen, die sich radial erstrecken, von denen eine in den Zeichnungen gezeigt ist. Die Ansätze 54 sind mittels Justierschrauben 55, 56 am Reflektor 52 montiert, wobei mindestens zwei solche Ansätze für die Montage des Lampenkolbens vorgesehen werden. Der Vorteil der in den Fig. 11 und 12 gezeigten Montageanordnung besteht darin, daß sich die Lampe sehr nahe an beide Enden der Mikrowellenkammer heran erstrecken kann. Das ist für die in Fig. 21 gezeigte Ausführungsform von besonderer Bedeutung, wie nachstehend noch erläutert wird. Zusätzlich dazu kann für die Montage der Lampen eine Halterung Verwendung finden, die drei dielektrische Stäbe aufweist, die sich von drei verschiedenen Punkten am Umfang des Reflektors aus erstrecken. Diese Stäbe besitzen die gleiche Länge, wobei jeder Stab an seinem inneren Ende in einem Haltearm für die Lampe endet.

Fig. 13 ist eine schematische Darstellung eines kreisförmigen Wellenleiters 65 mit einem Flansch 68 zur Verbindung mit der Mikrowellenkammer; ein Magnetron 66 ist innerhalb des Wellenleiters montiert sowie eine Magnetronanode, ein Heizfaden, eine Kühlung. Eine Magnetonanordnung 61 weist ein Verbindungskabel 62 zum Anschluß an eine entfernt angeordnete Hochspannungsquelle auf. Darüber hinaus ist eine Viertelwellen-Abstimmstichleitung 63 mit einer durch den Pfeil angedeuteten Bewegungsmöglichkeit vorgesehen, die anstelle oder zusätzlich zu einem Viertelwellen-Reflektor 67 angeordnet werden kann. Der Flansch 68 wird am Flansch 5 der Lichtquelle nach den Fig. 1 bis 4 befestigt. Um ein bequemes Anpassen an die Mikrowellenkammer zu erreichen, kann der Wellenleiter 65 in Größe und Form variiert werden. Anstelle der Verwendung eines Magnetrons kann ein Klystron oder eine andere Mikrowellenröhre verwendet werden.

Zur Erhöhung der Lampenleistung kann an beiden Enden der Mikrowellenkammer ein Mikrowellengenerator montiert werden.

In den Fig. 19 und 20 ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, bei der die Mikrowellen in das obere Ende der Mikrowellenkammer eingekoppelt werden. Ein Vorteil dieser Art der Mikrowellenkopplung besteht darin, daß eine Vielzahl von Lichtquellen Ende an Ende in gewünschter Länge angeordnet werden können. Wie in den Fig. 19 und 20 gezeigt ist, ist eine Lampe 100 innerhalb einer Mikrowellenkammer angeordnet, die aus einem Reflektor 101 mit elliptischem Querschnitt und einem maschenförmigen Element 102 besteht. Die Kammer der Fig. 19 und 20 ist jedoch im Gegensatz zu der Kammer der Fig. 1 bis 4 an jedem Ende durch eine Gitterfläche 120 begrenzt. Der Reflektor 101 ist daher durch Gitterflächen am Boden und an jedem Ende elektromagnetisch abgeschirmt.

Ein Kühlschlitz 108, ein Abschirmgitter 109 und ein Hals 110 erstrecken sich in Längsrichtung entlang der oberen Seite des Reflektors 101. Am oberen Ende des Reflektors ist ein Wellenleiter 103 mit drei in Längsrichtung verlaufenden Seiten, die rechtwinklig zueinander angeordnet sind, angeordnet. Die vierte Seite des Wellenleiters ist der Reflektor selbst, der einen Koppelschlitz 116 aufweist, so daß die Mikrowellen in die Kammer eintreten können. Der Wellenleiter enthält eine

Magnethaube 105 und eine Viertelwellenabstimmplatte 104.

Die Lage, Größe und Form der Kopplungsschlitze im Reflektor 101 kann variiert werden, um eine maximale Ankopplung der Mikrowellen zu erhalten. Zusätzlich kann eine Abstimmöglichkeit geschaffen werden, indem mechanische Mittel, wie eine gleitende Schlitzabdeckung zur Einstellung der Schlitzgrößen, vorgesehen werden. Der Magnetronkörper 106, der Anode, Heizfaden, Magneten und Kühlsysteme enthält, ist oberhalb des Wellenleiters angeordnet. Die kompakteste Möglichkeit einer Magnetronkühlung ist die Wasserkühlung, jedoch kann auch Luftkühlung Anwendung finden. Die Magnetronstrom- und Kühlanschlüsse 114 sind an externe Stromversorgung und Steuerungen angeschlossen. Die Lampenkühlung wird durch einen Luftstrom 115 durch die Leitung 113 aufrechterhalten. In den Fig. 19 und 20 ist der Schlitz 108 dem Kühlluftstrom zugänglich gemacht, indem Teile des Wellenleiters 103 außerhalb des Gitters liegen, oder indem der Wellenleiter auf andere Weise ventiliert wird. Die gesamte Baueinheit ist von einem Metallgehäuse 107 umschlossen, das die Kühlung durch Ansaugen oder Blasen erleichtert, einen mechanischen Schutz bietet und eine Mikrowellenabschirmung ermöglicht. Wenn die Baueinheit als ein Modul in einer zusammengesetzten Lichtquelle, wie in Fig. 21 gezeigt, verwendet werden soll, bedeckt das Gehäuse an den Enden eines jeden Moduls das gesamte Ende mit Ausnahme der lichtdurchlässigen Elemente, die unbedeckt gelassen werden, so daß die emittierte Strahlung durch diese austreten kann. Die gezeigte Ausführungsform kann auch Vorheizelemente 112 einschließen, die aus Nickelchromdrähten bestehen, durch die ein Strom hindurchgeschickt wird, wenn sich die Lampe in ausgeschalteten Zustand befindet, so daß diese sofort zünden kann. Im Betrieb werden die vom Magnetron 105, 106 erzeugten Mikrowellen über den Kopplungsschlitz 116 an die Mikrowellenkammer 101, 102 gekoppelt.

Zwei Hochleistungsausführungsformen der Lichtquelle der Fig. 19 und 20 sind in den Fig. 15 und 16, sowie 17 und 18 gezeigt. In den Fig. 15 und 16 sind zwei Wellenleiter 73 und 78 parallel zur Lampenachse in verschiedenen azimutalen Positionen auf einem Reflektor 70 angeordnet. In den Fig. 15 bis 18 sind die Magnetronkörper, wie 106 in Fig. 19, die am oberen Ende der Wellenleiter montiert wären, nicht gezeigt. Der Wellenleiter 73 enthält eine Magnethaube 74. Die erzeugte Energie wird durch Schlitzstrahlantennen 75 und 76 im Reflektor 70, die in Fig. 6 gezeigt sind, in die Kammer gekoppelt. Der Wellenleiter 78 schließt eine Magnethaube 79 ein. Die erzeugte Energie ist durch Schlitzstrahlantennen 80 und 81 in die Kammer gekoppelt. Wie man in Fig. 16 erkennen kann, befindet sich die Magnethaube 74 im Wellenleiter relativ weit vorne, und die damit zusammenwirkenden Schlitzstrahlantennen 75 und 76 sind relativ weit hinten im Reflektor 70 angeordnet, während die Magnethaube 79 relativ weit hinten in ihrem Wellenleiter und die damit zusammenwirkenden Schlitze 80 und 81 relativ weit vorne im Reflektor 70 angeordnet sind. Die Strecke zwischen der Magnethaube und den damit zusammenwirkenden Schlitzstrahlantennen beträgt etwa in halbe Wellenlänge. Ähnliche Ausführungsformen zeigen die Fig. 18 und 20.

Bei der in den Fig. 17 und 18 gezeigten Ausführungsform sind die Wellenleiter 86 und 89 in unterschiedlichen axialen Positionen angeordnet und azimutal um

den Reflektor 82 herumgekrümmt. Der Wellenleiter 89 schließt eine Magnethaube 90 ein und wirkt mit Schlitzstrahlantennen 91 und 91' in einer Seite des Reflektors 82 zusammen, während der Wellenleiter 86 die Magnethaube 88 einschließt und mit Schlitzstrahlantennen 87 und 87' in der anderen Seite des Reflektors 82 zusammenwirkt. Bei den Ausführungsformen der Fig. 5 bis 18 kann der Lampenbetrieb mit halber Leistung erfolgen, indem eines der beiden Magnetrons abgeschaltet wird. Ein Betrieb mit höherer Leistung kann bei den Ausführungsformen der Fig. 19 und 20 und 15 bis 18 dadurch erreicht werden, daß mehr als ein Magnetron am Wellenleiter angeordnet wird.

Es kann eine Vielzahl von Lichtquellen des in den Fig. 19 und 20 und 15 bis 18 dargestellten Typs Ende an Ende zueinander angeordnet werden, so daß eine Lichtquelle einer ausgewählten Länge gebildet wird. Jede Lichtquelle stellt in diesem Falle ein Modul dar. Die Länge der zusammengesetzten Lichtquelle kann variiert werden, indem die Anzahl der verwendeten Module erhöht oder erniedrigt wird. Dieses System wird dadurch möglich, daß die Mikrowellen vom oberen Ende der Mikrowellenkammer her zugeführt werden. Eine derartige zusammengesetzte Lichtquelle ist in Fig. 21 gezeigt. Die lichtdurchlässigen Elemente 151, 152, 153 und 154 sind Ende an Ende angeordnet, und feste Endplatten 156, 157, 158 und 159 der Gehäuse sind fest zusammengeschraubt, so daß eine einzige Lichtquelle gebildet wird, in der von einer Lampe beispielsweise 160, emittiertes Licht durch das Element 151 in die benachbarte Kammer eindringen kann und dort möglicherweise von dem Reflektor 161 reflektiert wird. Die auf diese Weise erzielte Wirkung gleicht derjenigen, die durch eine einzige Lampe und einen einzigen Reflektor von gleicher Länge wie die zusammengesetzte Länge der Module erreicht wird. Jedem Modul wird von einer anderen Stromquelle Strom zugeführt.

In Fig. 22 ist eine weitere Ausführungsform einer zusammengesetzten Lichtquelle dargestellt, in dem lichtdurchlässige Elemente 181, 182, 183 und 184 in bezug auf die Lampenachse geneigt sind. Diese Technik hat die Wirkung, daß Bereiche mit verminderter Strahlungsemission, die in der Ausführungsform nach Fig. 21 existieren, eliminiert werden. Die Außengehäuse 186 der Module in Fig. 22 müssen nicht die dargestellte Form besitzen, und die Endwand 187 kann senkrecht zur Lampenachse angeordnet sein.

Der Vorteil von Modulen, wie sie in den Fig. 21 und 22 gezeigt sind, liegt darin, daß eine wesentliche Einsparung bei der Stromversorgung und den Herstellungskosten erzielt werden kann.

Der Lampenbetrieb wird in Verbindung mit Fig. 23 beschrieben.

Elektromagnetische Energie wird in das Plasma bildende Medium eingekoppelt, wobei die Wellen in die weniger dichten Bereiche des Plasmas fließen, bis sie Bereiche erreichen, in denen die Elektronendichte knapp unter der Trenndichte für die Mikrowellen liegt. In diesen Bereichen tritt das Wellentransformationsphänomen auf, gemäß dem die elektromagnetischen Wellen in elektrostatische Plasmawellen transformiert werden, die sich auf der Oberfläche oder durch das Volumen des Plasmas fortpflanzen.

Die durch das Wellentransformationsphänomen erzeugten Plasmawellen pflanzen sich weiter in das Plasma fort und werden durch »kollisionsfreie Landau-Dämpfung« und wegen der höheren Drücke auch durch Kollisionsdämpfung verlangsamt, wobei ihre Energie

absorbiert wird. Die Wirkung einer jeden Dämpfungsart besteht darin, daß die durch die energiereichen elektromagnetischen Wellen eingeführte Energie auf örtliche Bereiche des Plasmas in Form von erregten Elektronen gleichmäßig über das Plasma verteilt wird.

Die zweite Art und Weise, mit der Elektronen im vorliegenden Plasmasystem erregt werden, tritt gleichzeitig mit der Wellentransformation auf und wird als normale und nicht lineare Wellenabsorption bezeichnet. Diese Effekte beinhalten die direkte Kollisionsdämpfung der elektromagnetischen Wellen im Plasma. Die Dämpfung findet in den Plasmabereichen niedrigerer Dichte statt, in denen die Dichte geringer als die Trenndichte ist, oder in gleicher Weise dort, wo die Mikrowellenfrequenz größer als die Plasmafrequenz ist. Die Dämpfung wird in diesen Bereichen durch Elektronen bewirkt, die durch die elektromagnetischen Wellen in Bewegung gesetzt worden sind und durch zufällige Kollisionen mit Gasatomen und Ionen thermische Energie erhalten.

Die Elektronen im Plasma, die sowohl durch Wellentransformation und normale und nicht lineare Wellenabsorption erregt werden, kollidieren mit den schweren Teilchen des Plasmas einschließlich der Atome und Ionen und regen auf diese Weise die schweren Teilchen an. Die gewünschte Strahlung im Ultraviolett- und sichtbaren Bereich wird danach während des Vorgangs der Aberregung von den schweren Teilchen emittiert.

Das resultierende Plasma führt auf diese Weise zu einer hochwirksamen Produktion von Strahlung im Ultraviolett- und sichtbaren Bereich mit hohen Energieniveau, ohne daß ein Magnetfeld verwendet zu werden braucht.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

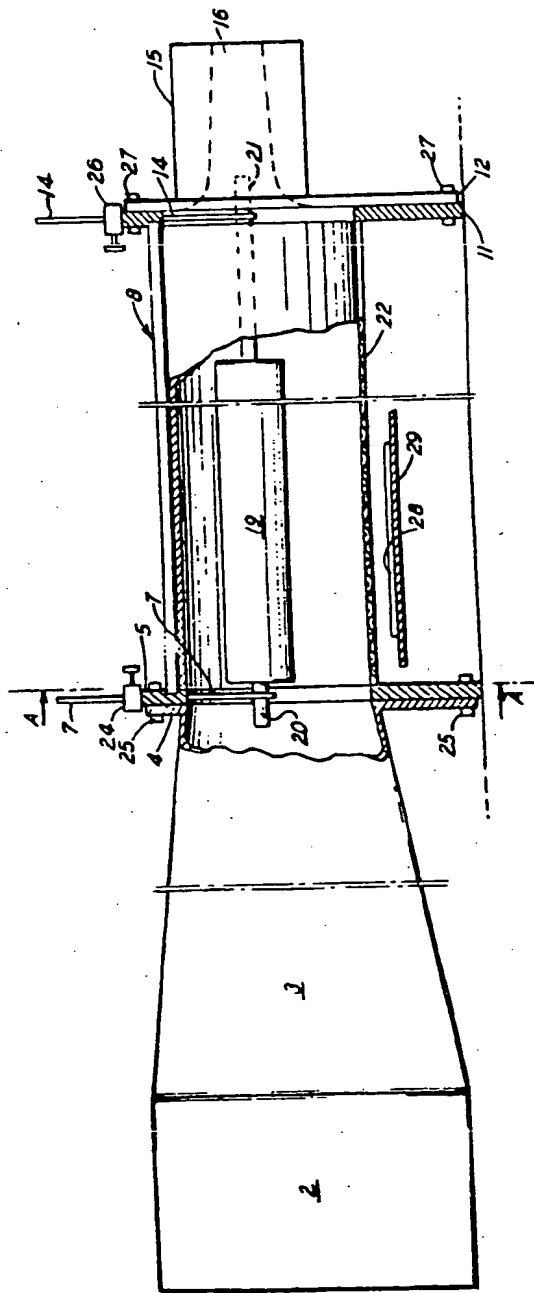


Fig. 1

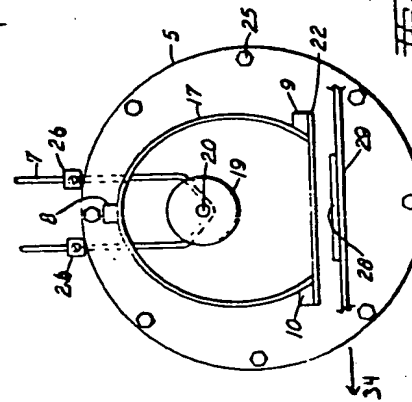


Fig. 2

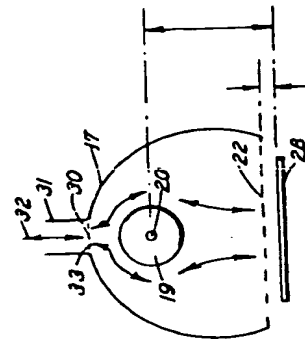


Fig. 3

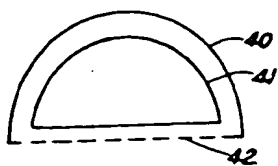


Fig. 6

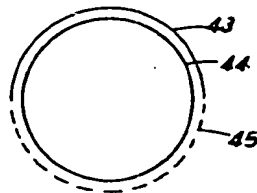


Fig. 7

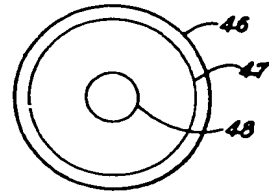


Fig. 8

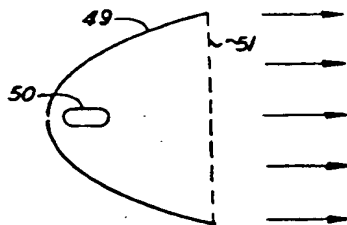


Fig. 9

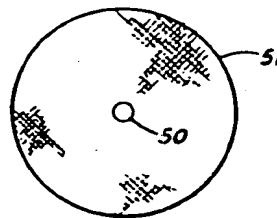


Fig. 10

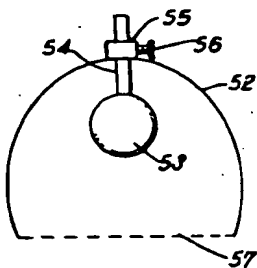


Fig. 11

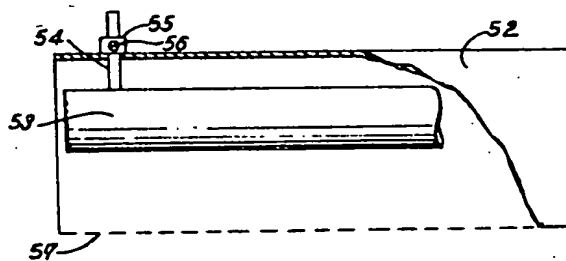


Fig. 12

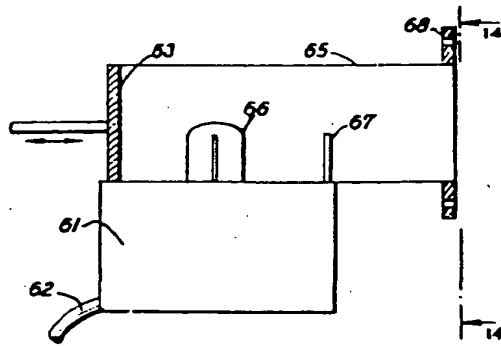


Fig. 13

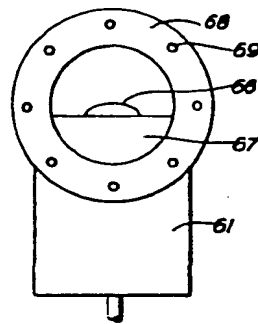


Fig. 14

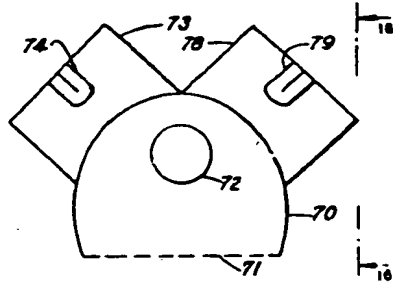


Fig. 15

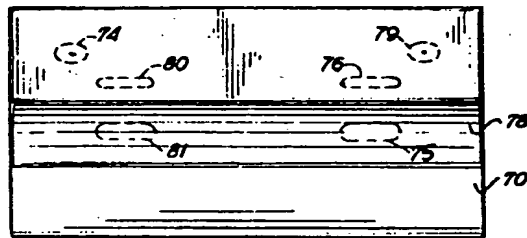


Fig. 16

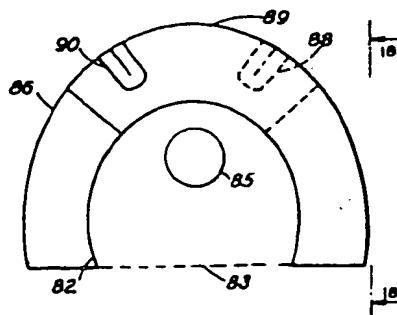


Fig. 17

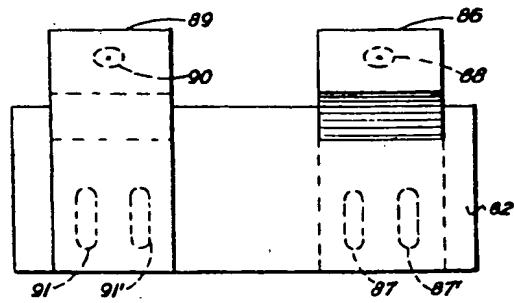


Fig. 18

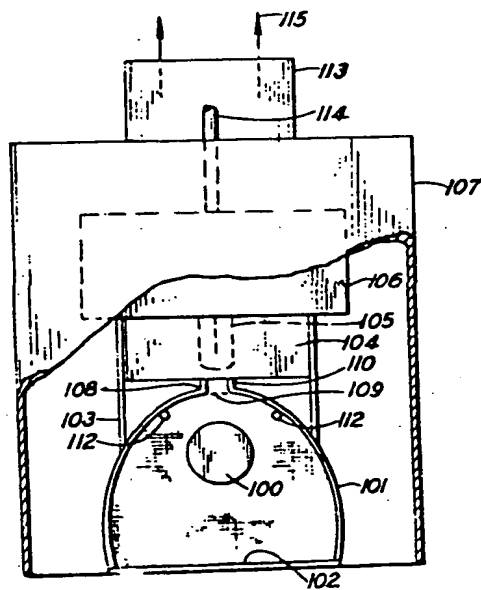


Fig. 19

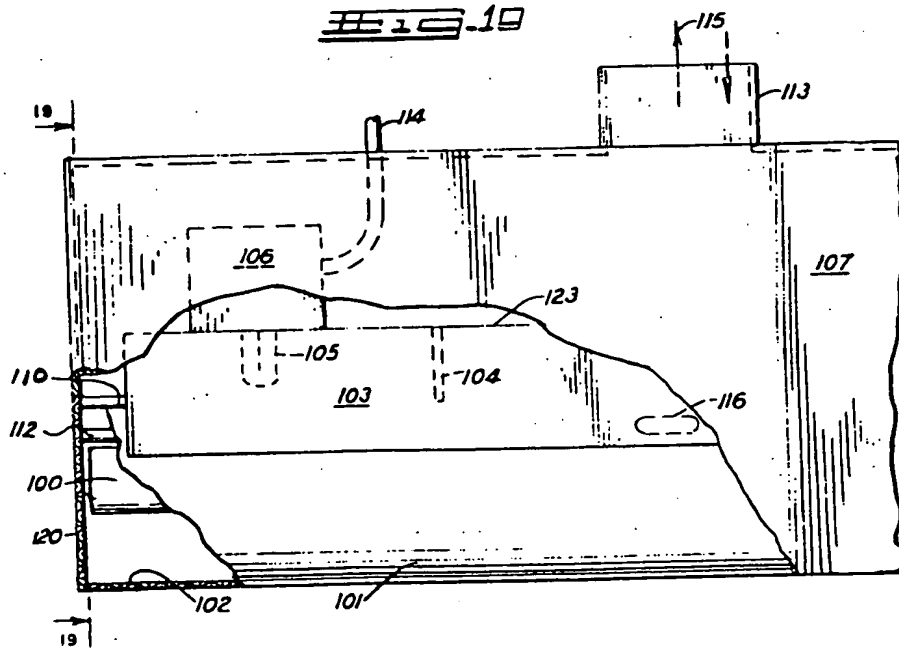
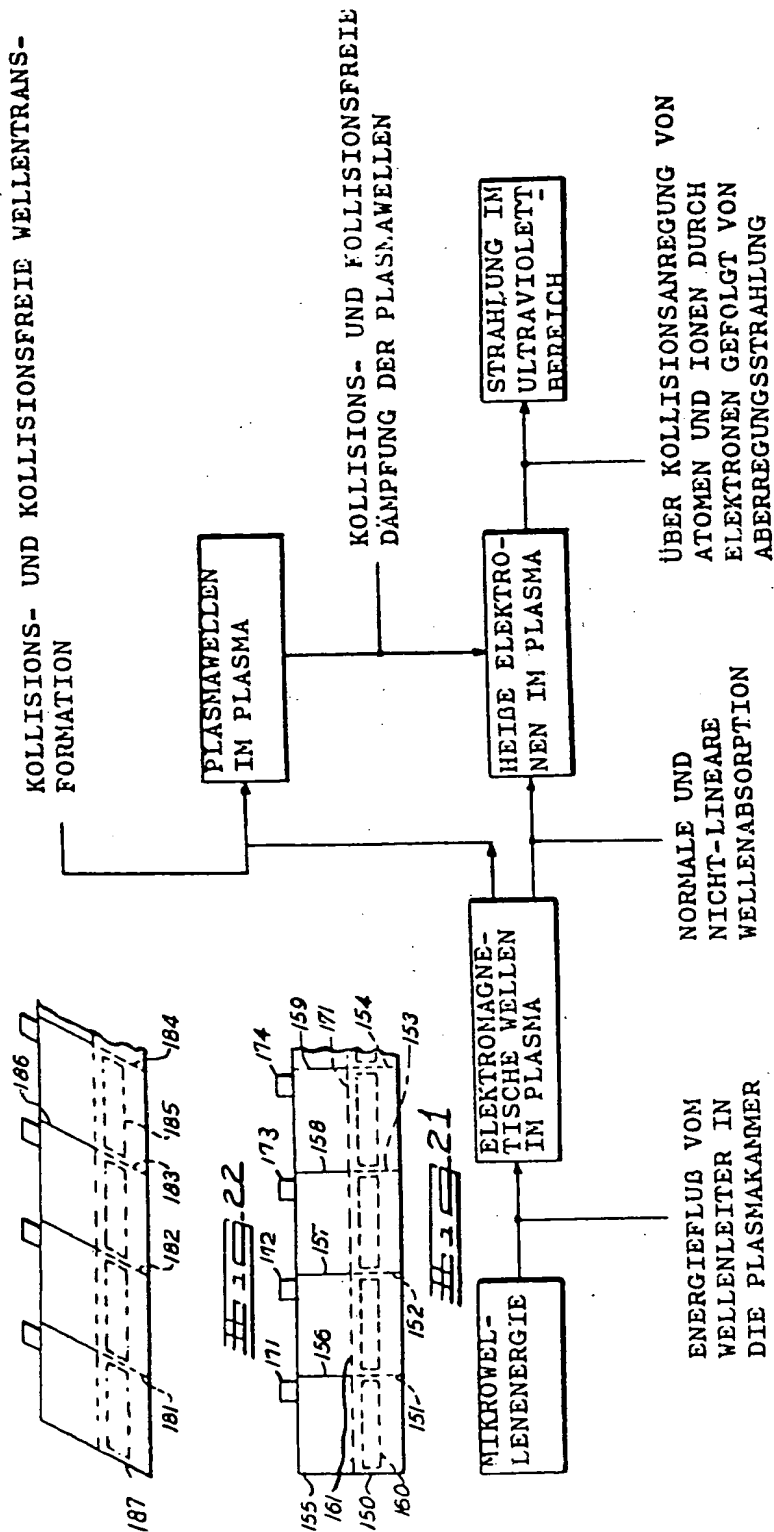


Fig. 20



23-23